

宮崎県沿岸域における海水温と水質変動解析

赤崎いずみ・中村公生・森下敏朗

Trend analysis of water temperature and quality of sea water in Miyazaki Prefecture

Izumi AKAZAKI, Kimio NAKAMURA, Toshiroh MORISHITA

Abstract

There is the report that sea surface water temperature increases by global warming. We analyzed a trend of coastal sea surface water temperature and quality in Miyazaki prefecture using regular monitoring data. We used the multiple regression analysis containing dummy variable for the trend analysis of water temperature. As a result, the sea surface water temperature have increased at about 40% spots from 1981 through 2007. In case of 1981 through 1999, the sea surface water temperature had increased at about 80% spots. The rate of increase were high as spots located the north. The COD achieves an environmental standard at all spots since 1988. There are no clear trend in water quality.

Key words : water temperature, COD, sea water, global warming

はじめに

近年、地球温暖化の影響が世界各地で顕在化・深刻化しており、日本近海における海面水温もこの100年で約1℃上昇しているという報告がある¹⁾。海面水温上昇に伴い水環境に様々な影響を与えることが予測されるが、これまでのところ地球温暖化と関連づけられた水質等への影響は把握されていない。そこで、国立環境研究所と全国の地方環境研究所では、地球温暖化がもたらす日本沿岸域の水質変化とその適応策に関して、平成20年度から共同研究を開始した。この共同研究では、各地方自治体が測定している公共用水域の常時監視データを用い、統一した手法で水温や水質の変化について解析を行い、広域的に評価することを目的としている。今回、共同研究の一環で宮崎県沿岸域における水温及び水質の変化について解析したので概要を報告する。

調査方法

Table 1 The investigation spot

	水域名	環境基準地点名	地点 統一番号	類型	
				~2003	2004~
1	日豊海岸国定公園 地先海域	北浦湾No.1	609-01	A	A
2		熊野江港沖	609-02	A	A
3	北浦湾	北浦湾No.3	615-01	A	A
4	延岡湾	五ヶ瀬川導流堤東750m	601-02	B	A
5		沖田川河口東750m	601-03	C	A
6		沖田川河口東3000m	601-01	A	A
7	尾末湾	向ヶ浜沖	611-01	A	A
8		飛島北2000m	611-02	A	A
9		商業港出入口	611-03	A	A
10	細島港(甲)	工業港出入口	610-01	B	B
11		竹島乙島中央	610-02	B	B
12	細島港(乙)	商業港	612-01	B	B
13	広渡川河口海域	バルブ工場排水口東600m	607-01	C	A
14	油津港	油津港No.6	614-02	B	B
15	串間地先海域	トセンノエ沖南1km	613-01	A	A
16		一里崎沖南2km	613-02	A	A

県が毎年定める測定計画に従って実施している公共用水域の常時監視データを用いた。

1 解析対象地点

海域における環境基準点の内、海水浴場を除く

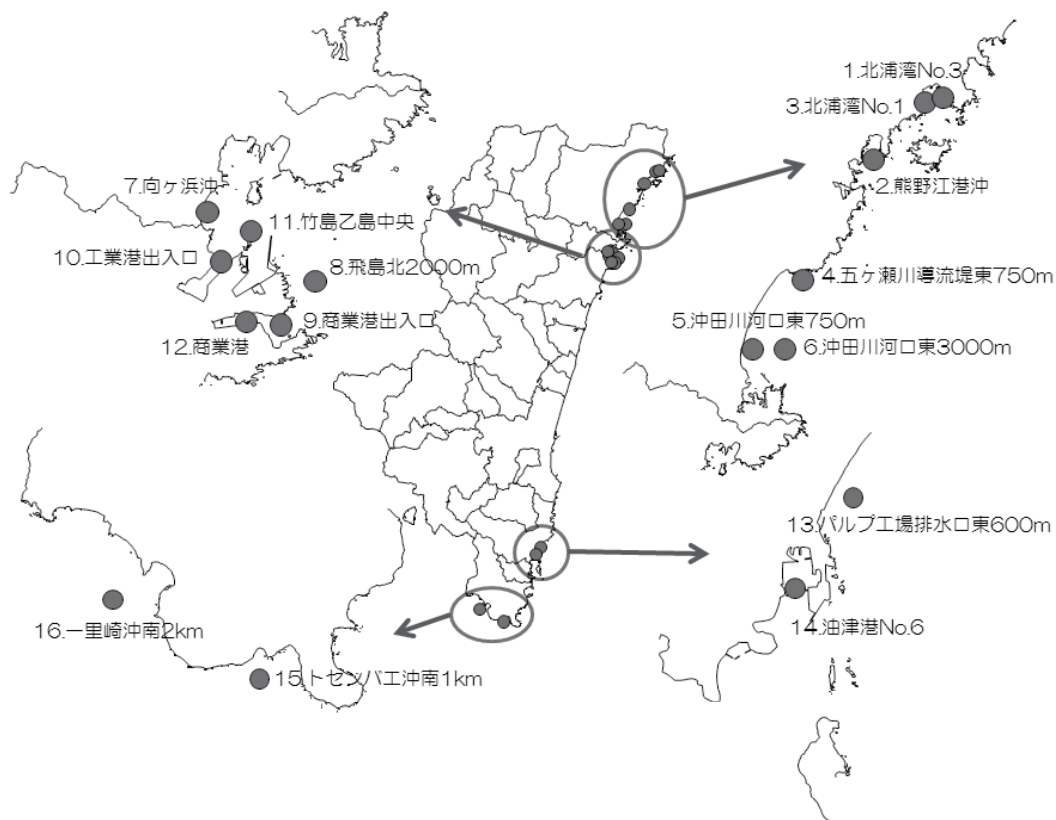


Fig.1 The investigation spot

1 6 地点 (Table 1, Fig.1)

2 解析対象期間

1981年4月～2008年3月(北浦湾 NO.3 のみ,
1982年4月～2008年3月)

3 解析項目

気温, 水温, COD

4 解析方法

1) 水温データ解析

水温は夏場に高く、冬場に低くなるといった季節的な周期を持っている。常時監視のデータは毎月1回程度の頻度であり、また天候等の理由で採水月がずれる場合もある。そのため、採水月のずれ等が多い場合そのままのデータを用いて時系列から水温の変化率を求めると、偏りが生じる可能性がある。そこで、季節成分の影響を考慮したダミー変数を用いた重回帰分析法^{2),3)}により解析した。今回は、ダミー変数としては季節成分のみを用いた。

2) COD データ解析

COD の経年変化は、各測定年度の COD75 % 値

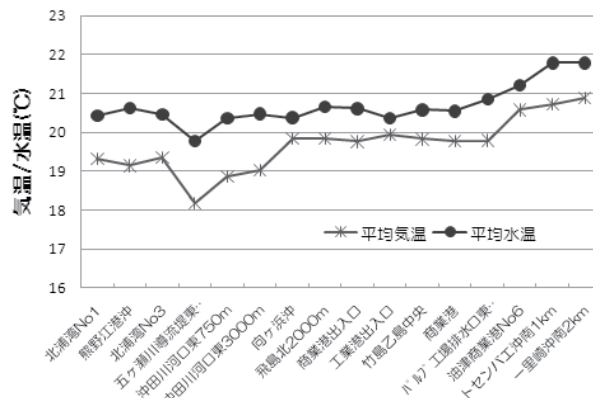


Fig.2 Average of temperature and water temperature at each spots

を求め、単回帰分析法により解析した。

調査結果及び考察

1 気温と水温の分布

各地点における気温及び水温について、それぞれ全測定データの平均値を求めた (Fig.2) . 気温、水温ともに県北に位置する地点が低く、県南に位置する地点が高い傾向にあり、その差は気温が約 3℃、水温が約 2℃であった。

調査期間における全地点の気温及び水温について

て、月毎の平均値をみると、一番気温が低いのは1月であり約9.8℃、一番高い月が8月で約28.9℃であり、その差は約19℃であった。一方水温は、3月が約15.9℃で一番低く、8月が約26.2℃で一番高く、その差は約10℃であった。

2 気温と水温の関係

海域における表面水温は、気温の影響を密に受け温度変化がおこると推定される。気温が水温に与える影響を見るため、気温と水温の相関係数を求めた。気温については、採水時の瞬時の値よりも長いスパンで影響を受けると考え、気象庁の観測データからそれぞれの環境基準点が一番近い地点の日平均気温を用い、月平均気温を算出し水温と比較した。その結果、相関係数は0.783～0.885であり、どの地点も高い相関が見られ、海域の表面水温は気温の影響を密接に受けていることが示された。

3 水温解析結果

1) 1981年度から2007年度の水温解析結果

水温の変動について、ダミー変数を用いた重回帰分析を行った結果をTable 2に示す。16地点中6地点において、有意に水温の上昇がみられた(有意水準=0.05 以下同じ)。有意に上昇がみられた地点は、全て県北に位置する地点であった。その水温上昇率は0.024℃/年～0.039℃/年(平均0.031℃/年)であった。その他の地点については、水温変動は有意ではなかった。

2) 1981年度から1999年度の水温解析結果

16地点中12地点において有意に水温の上昇がみられた。有意に上昇がみられた地点の水温上昇率は0.046℃/年～0.12℃/年(平均0.071℃/年)であった。その他の地点については、水温変動は有意ではなかった。

この期間における変動を2007年度までの解析結果と比較すると、有意に上昇している地点数が倍増し、また水温上昇率も高い。気象庁によると、気温は1898年から上昇がみられるが、2000年以降は横ばい状態である。今回の水温解析結果は、気象庁が報告している気温の変動とよく一致していると思われる。

Table 2 Result of Multiple regression analysis containing dummy variable of the water temperature

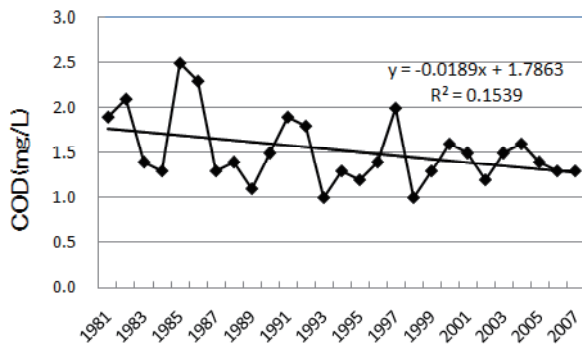
測定地点名	1981～2007		1981～1999		2000～2007	
	P値	傾き(℃/年)	P値	傾き(℃/年)	P値	傾き(℃/年)
1 北浦湾No.1	0.000	0.037	0.000	0.11	0.374	-0.063
2 熊野江港沖	0.000	0.039	0.000	0.096	0.852	-0.013
3 北浦湾No.3	0.021	0.024	0.000	0.12	0.691	-0.030
4 五ヶ瀬川導流堤東750m	0.015	0.027	0.073	0.034	0.402	0.056
5 沖田川河口東750m	0.003	0.033	0.001	0.070	0.795	0.017
6 沖田川河口東3000m	0.009	0.027	0.000	0.066	0.766	0.019
7 向ヶ浜沖	0.231	0.015	0.003	0.066	0.733	0.023
8 飛島北2000m	0.281	0.013	0.029	0.048	0.982	0.0012
9 商業港出入口	0.241	0.014	0.025	0.049	0.761	-0.016
10 工業港出入口	0.432	0.010	0.047	0.046	0.686	-0.024
11 竹島乙島中央	0.108	0.020	0.012	0.057	0.651	0.027
12 商業港	0.500	0.0079	0.130	0.030	0.988	0.00078
13 パルプ工場排水口東600m	0.794	0.0033	0.002	0.062	0.112	-0.13
14 油津港No.6	0.480	0.0080	0.003	0.061	0.136	-0.13
15 トセンバエ沖南1km	0.430	-0.0098	0.689	0.0088	0.608	-0.033
16 一里崎沖南2km	0.268	-0.013	0.861	0.0036	0.284	-0.071

注) イタリック体の数字は5%有意水準で有意な変化が認められたことを示す。

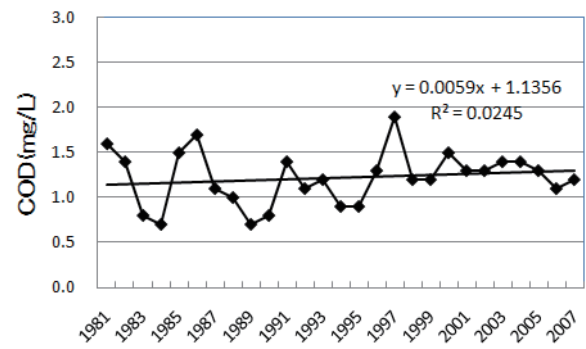
4 COD 解析結果

1) COD75%値経年変化

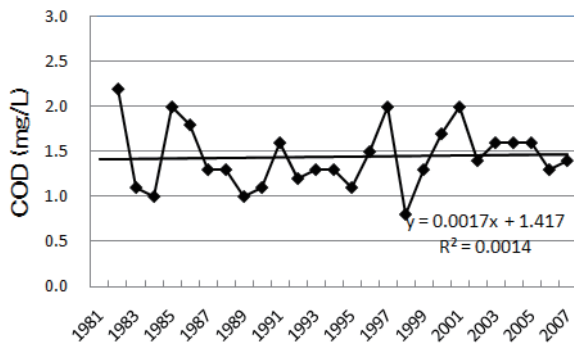
全地点における COD75 %値の経年変化のグラフを Fig.3 に示す.



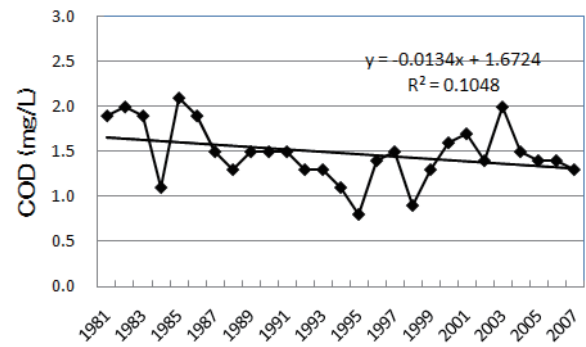
1. 北浦湾 No.1



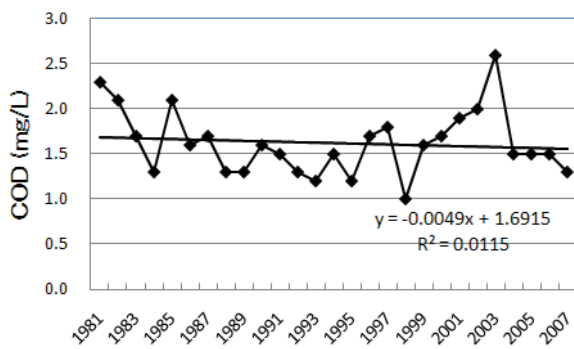
2. 熊野江港沖



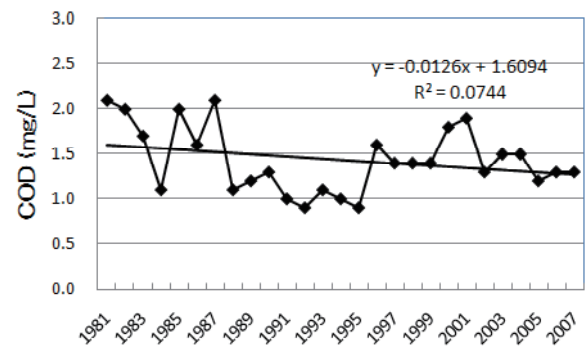
3. 北浦湾 No.3



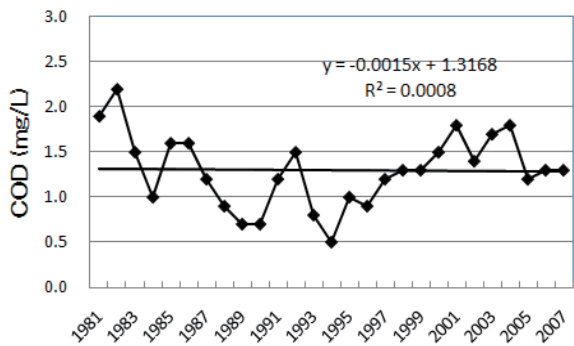
4. 五ヶ瀬川導流堤東 750m



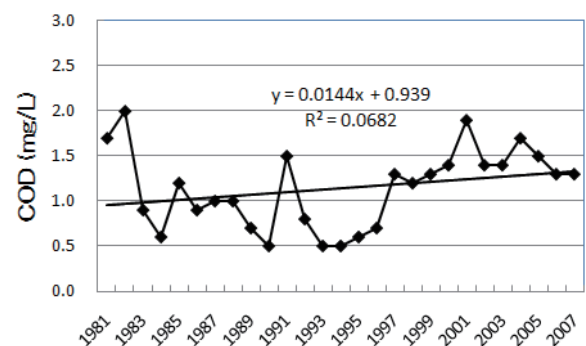
5. 沖田川河口東 750m



6. 沖田川河口東 3000m



7. 向ヶ浜沖



8. 飛島北 2000m

Fig.3-1 Changes in COD value of 75% (spots of No.1 ~ No.8)

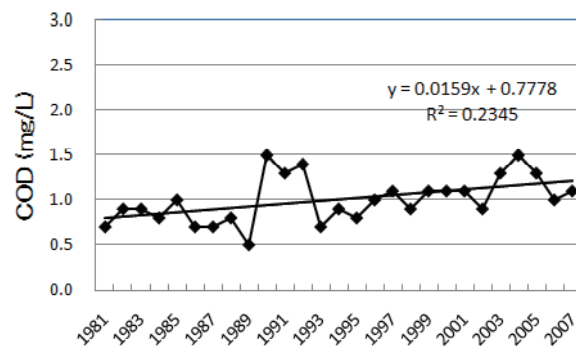
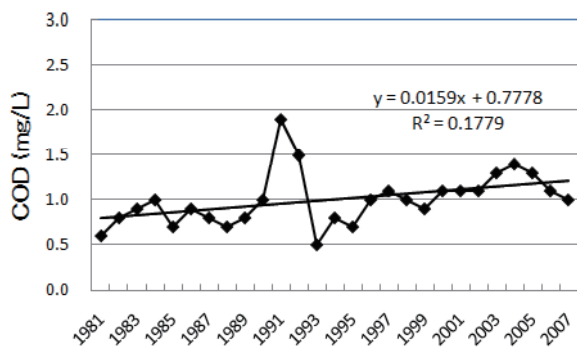
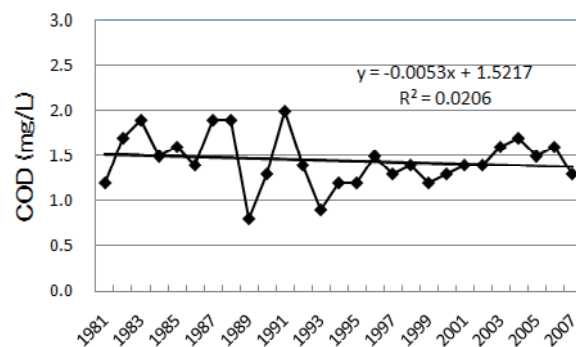
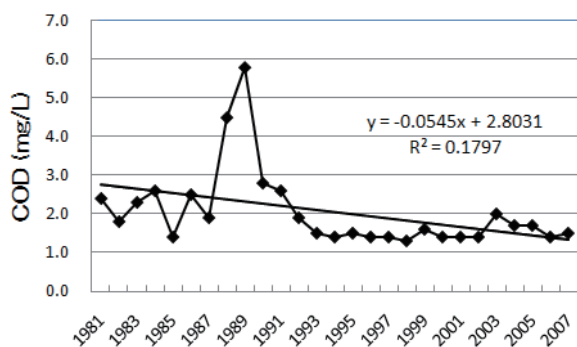
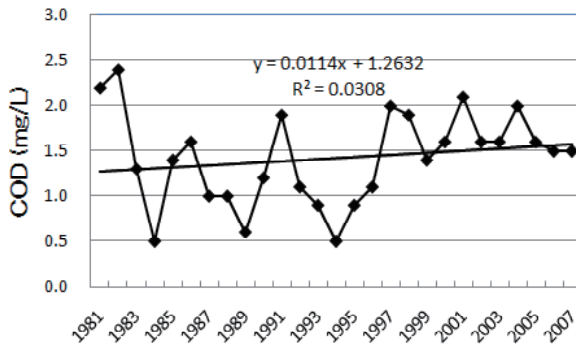
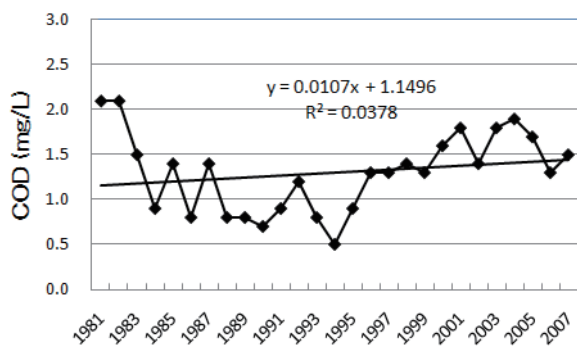
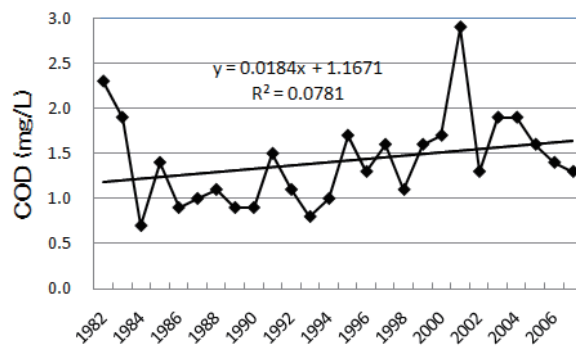
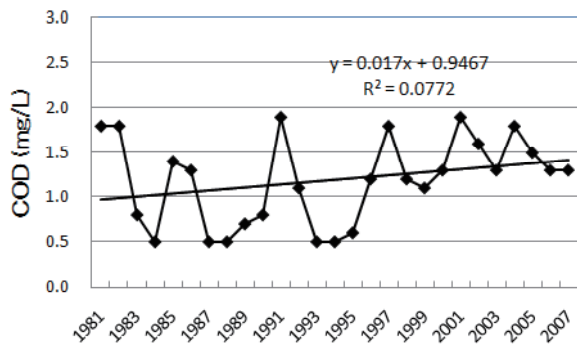


Fig.3-2 Changes in COD value of 75% (spots of No.9 ~ No.16)

COD の経年変化について回帰直線を求めたところ、4 地点において回帰直線が有意であり、2 地点が有意に下降、2 地点が有意に上昇していた。

有意に下降していた地点は、地点 1 (北浦湾 No.1)及び地点 1 3 (パルプ工場排水口東 600m)であった。地点 1 (北浦湾 NO.1)は、環境基準 A 類型である。1986 年まで COD75%値が 2.0mg/L を超え環境基準を超過していたが、1987 年以降水質が改善され、現在まで環境基準を達成している。地点 1 3 (パルプ工場排水口東 600m)は、2003 年まで環境基準 C 類型であった。1980 年代は COD が高い値で推移していたが、1992 年以降 COD75%値は 2.0mg/L 以下と水質が改善され、2004 年に類型指定が見直され A 類型となっている。

有意に上昇していた地点は、地点 1 5 (トセンバエ沖南 1km)及び地点 1 6 (一里崎沖南 2km)であった。両地点とも 1980 年代は COD75%値が 1.0mg/L 以下で推移していた。その後、1990 年以降漸増しているものの、現在まで環境基準は達成している。

2) COD と水温との関係

COD 及び水温についてそれぞれ全地点の全データを月毎に平均して算出した。COD と水温の季節変化を Fig.4 に示す。水温は気温の変化と同様な季節変化を示した。COD も夏場に高くなり、冬場に低くなる傾向にあり、水温の変化と良く一致することがわかった。地点毎に見ても、どの地点とも同様の傾向が見られた。

次に、COD で有意に変動がみられた地点における水温の変動を調べた。COD が有意に下降していた地点 1 (北浦湾 No.1)では水温は有意に上昇していた。地点 1 3 (パルプ工場排水口東 600m)では水温の有意な変動はみられなかった。COD が有意に上昇していた 2 地点、地点 1 5 (トセンバエ沖南 1km)及び地点 1 6 (一里崎沖南 2km)についても、水温の有意な変動はみられなかった。

地球温暖化により水温が上昇すると、水質が悪化し COD の値も上昇するのではないかと推測し、COD と水温の関係について調べた。その結果、有意に水温上昇がみられた地点においては、今回は COD の有意な上昇はみられなかった。COD は水温以外の影響も大きく受けることが想定され、今回の解析結果からは、温暖化による水質への影響を把握するには至らなかった。

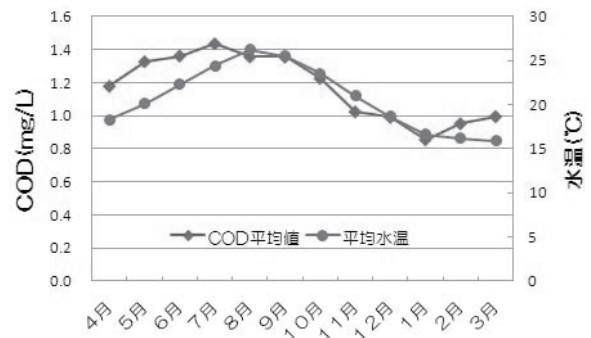


Fig.4 Seasonal fluctuation of COD and water temperature in all spots

まとめ

宮崎県沿岸域における 16 地点について、1981 年度から 2007 年度までの常時監視のデータを用いて、水温及び COD の変化について解析した。

水温については季節成分を考慮した重回帰分析法により解析を行った結果、16 地点中 6 地点において有意に上昇していることがわかった。また、1981 年度から 1999 年度においては 16 地点中 12 地点において有意な上昇がみられた。

COD については年度 75 %値を用いて解析した。その結果、2 地点で有意に下降、2 地点で有意に上昇していた。水温との関係を調べたところ、COD は水温の上昇する夏場に高くなり、水温の低くなる冬場に低い傾向にあることがわかった。しかし、今回 COD の有意な変動がみられた地点においては、水温との明確な関係を示す結果は得られなかった。今後詳細な解析が必要であると思われる。

参考文献

- 1) 気象庁ホームページ
http://www.data.kishou.go.jp/kaiyou/shindan/a_1/japan_warm/japan_warm.html
- 2) 二宮勝幸, 柏木宣久: 単回帰分析による季節時系列のトレンド推定の問題点, 横浜市環境科学研究所所報, (34),43-45, (2010)
- 3) 二宮勝幸, 柏木宣久, 岡敬一, 岩渕美香, 飯島恵: 東京湾西部海域における表層水温のトレンド-ダミー変数を用いた重回帰分析による推定-, 横浜市環境科学研究所所報, (34),43-45, (2010)